



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENGARUH KONSENTRASI KONIDIA CENDAWAN
ENTOMOPATOGEN *Beauveria bassiane* (BALS.) VUILL.
TERHADAP LAJU KOMSUMSI PAKAN DAN BIOLOGI HAMA
Crocidolomia pavonana F. (Lepidoptera : Crambidae)**

SKRIPSI



**JHONNERI
07116008**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2012**

BIODATA

Penulis dilahirkan di Lubuk Juangan, Kec. Sungai Aur, Kab. Pasaman Barat, Sumatera Barat pada tanggal 14 Nopember 1989 yang merupakan anak kandung dari pasangan Baskian dan Rohima. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN 05 Tanah Periuk Kab. Pasaman (1995-2001). Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) di tempuh di SMP Negeri 1 Sungai Aur Kab. Pasaman Barat (2001-2004), kemudian dilanjutkan ke Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Gunung Tuleh Kab. Pasaman Barat (2004-2007). Tahun 2007 penulis diterima di Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

Padang, Februari 2012

Jhonneri



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Konidia Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. terhadap Laju Konsumsi Pakan dan Biologi Hama *Crocitolomia pavonana* F. (Lepidoptera : Crambidae)”. Penelitian ini merupakan suatu tinjauan dari mata kuliah Pengendalian Hayati, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Penelitian dilaksanakan dari bulan September sampai dengan Desember 2011 di Laboratorium Pengendalian Hayati, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Ibu Dr. Ir. Trizelia, MSi dan Bapak Ir. Suardi Gani, MS selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bantuan, arahan, nasehat, dan saran dalam penyusunan proposal, dalam penelitian sampai penyusunan skripsi. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ketua dan Sekretaris Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, seluruh dosen, karyawan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan Fakultas Pertanian yang telah memberi dorongan, semangat, dan bantuan selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Buat orang tua dan keluargaku terima kasih untuk kasih sayang, dukungan, motivasi dan doa yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih ada kesalahan yang perlu diperbaiki, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca. Dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan kemajuan ilmu pengetahuan khususnya ilmu pertanian.

Padang, Februari 2012

Jhonneri



DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Crocidolomia pavonana</i> Fabricius	4
2.2 Cendawan <i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo) Vuillemin	6
2.3 Laju Konsumsi Pakan.....	10
III. BAHAN DAN METODA	11
3.1 Tempat dan Waktu	11
3.2 Bahan dan Alat	11
3.3 Rancangan Percobaan	11
3.4 Pelaksanaan	12
3.5 Pengamatan	14
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1 Hasil.....	17
4.2 Pembahasan	22
V. KESIMPULAN DAN SARAN	27
DAFTAR PUSTAKA.....	28
LAMPIRAN	36

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengaruh aplikasi beberapa konsentrasi konidia <i>B. bassiana</i> terhadap laju konsumsi dan penurunan tingkat konsumsi larva <i>C. pavonana</i>	17
2. Pengaruh aplikasi beberapa konsentrasi konidia <i>B. bassiana</i> terhadap lama stadium larva <i>C. pavonana</i>	19
3. Mortalitas, bobot, dan lama stadium pupa <i>C. pavonana</i> setelah aplikasi beberapa konsentrasi konidia <i>B. bassiana</i>	19
4. Persentase imago yang terbentuk, lama hidup imago, dan jumlah imago cacat <i>C. pavonana</i> setelah aplikasi beberapa konsentrasi konidia <i>B. bassiana</i>	21
5. Jumlah telur yang diletakkan satu ekor imago betina <i>C. pavonana</i>	22



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Koloni <i>B. bassiana</i> pada media SDAY yang berumur 3 minggu.....	13
2. Laju konsumsi larva <i>C. pavonana</i> per hari setelah aplikasi beberapa konsentrasi konidia <i>B. bassiana</i>	18
3. Pupa terbentuk setelah larva diinokulasi <i>B. bassiana</i>	20
4. Imago terbentuk setelah larva diinokulasi <i>B. bassiana</i>	21



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Jadwal kegiatan penelitian.....	36
2. Denah penempatan satuan percobaan penelitian di Laboratorium menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL).....	37
3. Tabel analisis sidik ragam masing-masing pengamatan.....	38



**PENGARUH KONSENTRASI KONIDIA CENDAWAN
ENTOMOPATOGEN *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. TERHADAP
LAJU KONSUMSI PAKAN DAN BIOLOGI HAMA
Crocidolomia pavonana F. (Lepidoptera : Crambidae)**

Abstrak

Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. merupakan salah satu cendawan entomopatogen yang dapat digunakan untuk mengendalikan *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera : Crambidae). Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari pengaruh konsentrasi konidia *B. bassiana* terhadap laju konsumsi pakan larva dan biologi hama *C. pavonana*. Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang dari bulan September sampai Desember 2011. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan terdiri dari kontrol, konsentrasi $1,6 \times 10^5$, $3,2 \times 10^5$, $1,6 \times 10^6$ dan $3,2 \times 10^6$ konidia/ml. Pengamatan dilakukan terhadap laju konsumsi dan penurunan tingkat konsumsi, lama stadium larva, mortalitas pupa, bobot dan lama stadium pupa, persentase imago yang terbentuk serta jumlah telur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi konidia *B. bassiana* berpengaruh nyata terhadap laju konsumsi pakan dan perkembangan larva *C. pavonana*. Pada konsentrasi $1,6 \times 10^6$ konidia/ml secara nyata sudah menurunkan konsumsi pakan larva sebesar 61,63% dan menghambat perkembangan larva *C. pavonana*.



**EFFECTS OF CONIDIAL CONCENTRATIONS OF
ENTOMOPATHOGENIC FUNGI *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. ON
CONSUMPTION RATE AND BIOLOGY OF
Crocidolomia pavonana F. (Lepidoptera: Crambidae)**

Abstract

Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. is one of entomopathogenic fungi that can be used to control *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera : Crambidae). The objective of this research was to study effects of conidial concentrations of *B. bassiana* on consumption rate of larvae and biology of *C. pavonana*. This research was conducted in Laboratory of Biological Control of Plant Pest and Disease Department Faculty of Agriculture, Andalas University, Padang from September until December 2011. This research using a Complete Randomized Design (CRD) with 5 treatments and 4 replications. Treatments consisted of control, concentration $1,6 \times 10^5$, $3,2 \times 10^5$, $1,6 \times 10^6$ and $3,2 \times 10^6$ conidia/ml. Observations were consumption rate and levels of decreased consumption, larvae duration, mortality of pupae, pupae weight and pupae duration, the percentage of adults formed and the number of eggs laid. The results showed that conidial concentration of *B. bassiana* significantly affected the consumption rate and development of *C. pavonana* larvae. At a concentration of $1,6 \times 10^6$ conidia/ml, food consumption of larvae significantly decreased by 61,63% and inhibited development of *C. pavonana* larvae.



I. PENDAHULUAN

Hama krop atau *Crocicidolomia pavonana* Fabricius merupakan salah satu hama penting pada tanaman sayuran dari famili Brassicaceae seperti kubis, brokoli, kubis bunga, sawi dan lobak. Serangan hama ini dapat menurunkan mutu dan produksi kubis. Larva *C. pavonana* menyerang daun terutama yang masih muda, kemudian menuju ke bagian titik tumbuh, sehingga titik tumbuh habis. Pada serangan berat, tanaman kubis gagal membentuk krop dan akhirnya tidak dapat dipanen (Kalshoven, 1981). Kerusakan yang ditimbulkan hama ini berkisar 70-100 % (Untung dan Sudomo, 1997).

Selama ini usaha pengendalian *C. pavonana* masih bergantung pada penggunaan insektisida sintetik, karena cara ini dapat menurunkan populasi hama dalam waktu relatif singkat, mudah didapat dan praktis dalam penggunaannya (Rukmana, 1994). Namun penggunaan insektisida yang tidak bijaksana dapat merusak keseimbangan agroekosistem (terjadinya resistensi dan resurgensi, timbulnya ledakan hama sekunder, dan residu pestisida serta terbunuhnya serangga yang bermanfaat, seperti musuh alami dan serangga penyerbuk), dan pencemaran lingkungan. Sejalan dengan penerapan konsep pengendalian hama terpadu, maka peranan musuh alami sebagai salah satu agens hayati semakin penting (Rauf, Marse, dan Hutagalung, 1994; Rauf, 1996b).

Upaya mengurangi dampak negatif dari penggunaan insektisida sintetik, diperlukan suatu cara pengendalian yang ekonomis dan dapat memperkuat keseimbangan agroekosistem. Salah satunya dengan pengendalian biologi menggunakan agens hayati seperti parasitoid, predator dan patogen (Untung, 1993; Oka, 1998). Bila dibandingkan dengan teknik pengendalian yang lain, pengendalian hayati memiliki beberapa keuntungan diantaranya aman dan ekonomis (Untung, 1996).

Salah satu agens hayati yang dapat digunakan untuk mengendalikan *C. pavonana* adalah cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycotina : Hyphomycetes). Cendawan ini mempunyai keunggulan

dibandingkan mikroorganisme lain, di antaranya selektif terhadap sasaran sehingga tidak membahayakan terhadap serangga yang bukan sasaran, tidak meninggalkan residu beracun pada hasil pertanian, tidak menyebabkan fitotoksin (keracunan) pada tanaman, serta mudah diproduksi dengan teknik sederhana (Suntoro, 1991).

Informasi penggunaan *B. bassiana* untuk pengendalian hama sudah banyak dilaporkan. Cendawan ini dilaporkan berhasil menekan serangga hama penggerek batang atau cabang kakao (*Zeuzera coffeae* Nieth.), penggerek batang jagung (*Pyrausta nubilalis* Hbn.), kumbang buncis (*Epilachna varisvestis* Muls.), kumbang penggerek beras (*Sytophyllus oryzae* Linn.), lalat rumah (*Musca domestica* Linn.) (Steinhaus, 1949).

Keefektifan cendawan entomopatogen dalam mengendalikan hama dipengaruhi oleh faktor konsentrasi cendawan yang diaplikasikan (Hall, 1980), yaitu kerapatan konidia dalam setiap mililiter air. Jenis dan populasi hama yang akan dikendalikan sangat menentukan kerapatan konidia cendawan yang dibutuhkan (Tohidin, Lisrianto, dan Machdar, 1993; Wikardi, 1993). Untuk mengendalikan hama walang sangit (*Leptocorisa acuta*) pada tanaman padi dibutuhkan kerapatan konidia *B. bassiana* 10^7 /ml (Tohidin *et al.*, 1993). Kerapatan konidia *B. bassiana* 10^7 /ml efektif untuk mengendalikan hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) (Haryanta, Susilo, dan Prasetyono, 1993), dan kerapatan konidia *B. bassiana* 10^7 /ml dapat menyebabkan mortalitas larva *Spodoptera exigua* sebesar 65% (Maulidia, 2008). Hasil penelitian Trizelia (2005) diketahui bahwa aplikasi *B. bassiana* terhadap larva *C. pavonana* pada konsentrasi 10^8 konidia/ml dapat menyebabkan mortalitas sebesar 70 %.

Infeksi *B. bassiana* terhadap beberapa serangga hama mengakibatkan penurunan konsumsi pakan. Konsumsi pakan larva *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae) dan serangga dewasa *Ootheca mutabilis* Shalberg (Coleoptera: Chrysomelidae) setelah infeksi *B. bassiana* mengalami penurunan (Fargues, Delmas, dan Lebrun, 1994; Ekesi, 2001). Selain mematikan serangga, Hafez, Zaki, Moursy, dan Sabbour, (1994) juga melaporkan bahwa

infeksi *B. bassiana* berpengaruh terhadap biologi hama akar umbi kentang (*Phthorimaea operculella*). Aplikasi konsentrasi *B. bassiana* yang semakin tinggi, mengakibatkan stadia prapupa dan pupa hama *P. operculella* menjadi lebih lama, jumlah imago yang muncul menjadi berkurang, serta jumlah pupa yang cacat semakin tinggi. Aplikasi *B. bassiana* juga mengakibatkan lama hidup serangga dewasa menjadi lebih singkat dan jumlah telur yang dihasilkan semakin sedikit.

Penelitian tentang pengaruh infeksi *B. bassiana* terhadap konsumsi pakan larva dan biologi hama belum pernah dilaporkan. Tingkat konsumsi pakan larva dan biologi hama perlu diketahui, hal ini berkaitan erat dengan potensi kerusakan yang dapat diakibatkan serangga hama terhadap tanaman. Berdasarkan uraian di atas, penulis telah melakukan penelitian tentang **“Pengaruh Konsentrasi Konidia Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. terhadap Laju Konsumsi Pakan dan Biologi Hama *Crocitolomia pavonana* F (Lepidoptera : Crambidae)”**. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh konsentrasi konidia *B. bassiana* terhadap laju konsumsi pakan larva dan biologi hama *C. pavonana*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Crocidolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera : Crambidae)

Crocidolomia pavonana Fabricius adalah serangga yang tergolong kelas Insekta, ordo Lepidoptera, family Crambidae (Smede *et al.*, 2009). Hama ini dikenal juga dengan nama ulat krop, ulat krosi atau ulat titik tumbuh. Hama ini bersifat kosmopolit dan telah lama dikenal di beberapa negara seperti Afrika, Asia Tenggara, Australia dan Kepulauan Pasifik (Kalshoven, 1981). Di Indonesia *C. pavonana* tersebar di Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, NTB, Sulawesi Selatan, dan Sulawesi Utara (Direktorat Bina Perlindungan Tanaman, 1994).

C. pavonana menyerang tanaman famili Brassicaceae yang sedang membentuk krop dengan cara menggerek krop menuju titik tumbuh. Untuk tanaman yang belum membentuk krop, bagian yang diserang adalah daun muda dan titik tumbuhnya. Dalam keadaan serangan berat tanaman akan mati, karena tanaman tidak mendapatkan kesempatan untuk membentuk tunas (Kalshoven, 1981).

Perkembangan *C. pavonana* mengalami metamorfosis sempurna (Holometabola) yaitu telur, larva, pupa dan imago (Suyanto, 1994). Siklus hidup *C. pavonana* dari telur hingga dewasa berkisar selama 38 - 40 hari (Thayib, 1983 *cit.* Permadi, 1993). Telur *C. pavonana* berwarna hijau terang dan diletakkan secara berkelompok pada permukaan bawah daun oleh serangga betina dengan ukuran kelompok telur rata-rata 2,6 mm x 4,3 mm (Sastrosiswojo dan Setiawati, 1993). Menjelang menetas, telur akan berubah warna menjadi cokelat gelap. Periode inkubasi telur antara 3 - 6 hari pada suhu 26,0 - 33,2°C. Rata-rata telur menetas sebanyak 92,4% (Othman, 1982).

Larva *C. pavoanana* tumbuh dengan melalui empat instar dengan lama perkembangan berkisar 8 - 12 hari. Larva instar I yang baru keluar dari telur hidup berkelompok. Kepalanya berwarna hitam, tubuh berwarna kuning terang dengan bintik-bintik berwarna hitam pada tubuhnya. Panjang tubuh larva instar I 1,5 mm dengan lama stadium rata-rata 2 hari. Larva instar II berwarna hijau terang dengan

panjang tubuh 5,5 - 6,1 mm dengan stadium rata-rata 2 hari. Larva instar III berwarna hijau gelap dengan panjang tubuh 1,1 - 1,3 cm dengan stadium rata-rata 1,5 hari. Larva instar IV berwarna hijau dengan tiga titik hitam dan tiga garis memanjang pada bagian dorsal serta satu lainnya di sisi lateral. Menjelang berpupa larva instar IV akan berhenti makan dan mengalami perubahan warna kulit dari hijau menjadi cokelat. Larva yang akan berpupa akan masuk ke dalam tanah dengan stadium 10 - 14 hari. Imago betina mempunyai abdomen yang lebih besar daripada imago jantan. Imago jantan dapat dibedakan dari imago betina dengan adanya rambut-rambut cokelat tua pada tepi anterior sayap depan. Siklus hidup imago betina berkisar 23 - 28 hari, sedangkan yang jantan 24 - 29 hari (Priyono dan Hassan, 1992). Seekor imago betina dapat menghasilkan 1 - 18 kelompok telur dengan masing-masing kelompok telur berkisar antara 30 - 80 butir (Kalshoven, 1981).

Pada umumnya petani mengendalikan hama *C. pavonana* dengan menggunakan insektisida sintetis. Jenis-jenis insektisida yang biasa digunakan oleh petani untuk mengendalikan hama larva ordo Lepidoptera adalah Basudin 60 EC, Dursban 20 EC, Nogos 50 EC dan lain lain (Sudarmo, 1998). Penggunaan insektisida yang tidak rasional akan menimbulkan berbagai masalah baru antara lain resistensi, resurgensi, terbunuhnya serangga non target, dan pencemaran lingkungan khususnya terhadap kesehatan manusia (Palm *et al.*, 1970; Oka dan Bahagiawati, 1987; Vinson, 1990; Purcell dan Schroeder, 1996). Oleh karena itu, perlu dikembangkan cara pengendalian lain yang ramah lingkungan, misalnya dengan pemanfaatan agens hayati. Pemanfaatan agens hayati merupakan salah satu penerapan komponen pengendalian hama terpadu (PHT) yang harus diutamakan (Rauf, 1996a).

Pada tanaman kubis telah dikembangkan sistem pengendalian hama terpadu (PHT) secara nasional sejak awal tahun 1990-an (Sastrosiswojo *et al.*, 1993), termasuk hama *C. pavonana*. Beberapa komponen PHT yang dapat diterapkan untuk mengendalikan hama *C. pavonana* adalah pengendalian secara kultur teknis, pengendalian secara mekanis, pemanfaatan musuh alami dan patogen

serangga, serta penggunaan insektisida selektif dengan mempertimbangkan ambang pengendalian dan keberadaan musuh alami hama (Sastrosiswojo dan Setiawati, 1993).

Pengendalian secara kultur teknis dapat dilakukan dengan menggunakan tanaman perangkap, yaitu dengan menanam *Brassica campestris* var. *oleifera* dan *Brassica juncea* atau sawi jabung yang menarik ngengat *C. pavonana*. Penanaman tanaman perangkap tersebut juga dapat meningkatkan populasi parasitoid *D. semiclausum* karena bunga dari tanaman tersebut menghasilkan nektar yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan bagi parasitoid betina. Pengendalian secara mekanis dapat dilakukan dengan mengumpulkan kelompok telur dan larva. Di alam, *C. pavonana* diserang oleh berbagai jenis musuh alami termasuk parasitoid seperti *Eriborus argenteopolosus* (Cameron) (Hymenoptera : Ichneumonidae) dan *Sturmia inconspicuoides* Bar. (Diptera : Tachinidae) (Sastrosiswojo dan Setiawati, 1992). Namun, rata-rata parasitisasi kedua parasitoid tersebut sangat rendah sehingga kurang efektif untuk menekan populasi *C. pavonana*.

Pemanfaatan cendawan entomopatogen sebagai agens hayati sudah banyak dilakukan. Cendawan entomopatogen yang telah banyak digunakan untuk pengendalian serangga hama secara hayati adalah *Beauveria bassiana* (Balsamo) (Hasyim dan Azwana, 2003) *Metarhizium anisopliae* (Metch) (Pendland dan Boucias, 1998), *Nomuraea rileyi* (Farlow) (Lezama-Gutierrez *et al.*, 2001), *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown dan Smith (Wraight *et al.*, 2000), *Verticillium* sp., dan *Spicaria* sp. (Pendland dan Boucias, 1998; Gabriel dan Riyanto, 1989). Cendawan entomopatogen *B. bassiana* merupakan salah satu agens hayati yang potensial untuk mengendalikan hama *C. pavonana* (Trizelia, 2005).

2.2 Cendawan *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin

Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. tergolong ke dalam divisi Eumycota subdivisi Deuteromycotina, kelas Hypomycetes, dan ordo Moniliales (Tanada dan Kaya, 1993). Karakteristik utama yang digunakan dalam identifikasi cendawan ini adalah bentuk konidiofornya yang bercabang-cabang membentuk zig-zag dan

pada bagian ujungnya terbentuk konidia. Konidia keras, bersel satu, berbentuk agak bulat atau oval. Hifa cendawan ini bersekat dan bercabang. Miselia berwarna putih atau kuning pucat, berupa benang-benang halus, tampak seperti kapas (Tanada dan Kaya, 1993). Secara morfologi cendawan ini bentuknya seperti tepung berwarna putih sehingga dikenal dengan sebutan " *White muscardine* ". Konidianya keras dengan tabung kecambah berukuran lebih kurang 80 mikron, hifanya pendek dan bercabang (Steinhaus, 1949).

B. bassiana merupakan salah satu cendawan entomopatogen yang dapat menyebabkan kondisi sakit bagi serangga inangnya (Riyatno dan Santosa, 1991). *B. bassiana* tidak dapat memproduksi makanannya sendiri, oleh sebab itu *B. bassiana* bersifat parasit terhadap serangga inangnya. Beberapa kelebihan pemanfaatan cendawan entomopatogen dalam pengendalian hama adalah mempunyai kapasitas reproduksi yang tinggi, siklus hidupnya pendek, dapat membentuk spora yang tahan lama di alam walaupun dalam kondisi yang tidak menguntungkan, relatif aman, bersifat selektif, relatif mudah diproduksi, dan sangat kecil kemungkinan terjadi resistensi (Hall, 1973).

Cendawan *B. bassiana* mampu menginfeksi beberapa jenis serangga hama, terutama dari ordo Lepidoptera, Hemiptera, Homoptera, dan Coleoptera (Varela dan Morales, 1996; Hardaningsih dan Prayogo, 2001; Prayogo dan Tengkan, 2002b). Namun, cendawan tersebut lebih efektif mengendalikan hama dari ordo Coleoptera (Varela dan Morales, 1996). Cendawan ini banyak digunakan dalam pengendalian hama penggerek buah kopi (*Hyphotenus hampei*), kepik pengisap pada teh dan kakao (*Helopeltis* sp.), ulat pada tongkol jagung (*Heliothis* sp.) (Balai Penelitian Tanaman Hias, 2006). Di Indonesia *B. bassiana* juga telah diuji keefektifitasannya terhadap hama ulat kantung (*Metisa plana*) dan kepik penghisap buah atau pucuk kakao (*Helopeltis antonii*) (Sudarmadji dan Suharyanto, 1997).

Keefektifan cendawan entomopatogen dalam pengendalian hama ditentukan oleh beberapa faktor seperti jenis hama sasaran, konsentrasi aplikasi, waktu aplikasi, frekuensi aplikasi, penambahan perekat dan penambahan bahan

pembawa (Prayogo, 2006). Jenis hama yang menyerang tanaman menentukan keefektifan cendawan entomopatogen karena setiap jenis cendawan entomopatogen mempunyai inang yang spesifik, walaupun ada pula yang mempunyai kisaran inang cukup luas (Santoso, 1993; Suryawan dan Carner, 1993; Prayogo dan Tengkan, 2002a; Prayogo, 2004). Konsentrasi cendawan termasuk faktor penting dalam menentukan keberhasilan pengendalian hama dengan cendawan entomopatogen (Hall, 1980). Untuk pengendalian hama di lapangan, jumlah konidia sangat berkaitan dengan banyaknya biakan cendawan yang dibutuhkan setiap hektar. Konsentrasi cendawan entomopatogen harus ditentukan secara tepat agar mendapatkan hasil pengendalian yang optimal.

Keefektifan cendawan entomopatogen juga dipengaruhi oleh waktu aplikasi. Waktu aplikasi perlu diperhatikan karena cendawan entomopatogen sangat rentan terhadap sinar matahari khususnya sinar ultraviolet (Altre dan Vandenberg, 2001; Cloyd, 2003). Keberhasilan konidia cendawan entomopatogen menempel pada integumen serangga juga akan menentukan proses infeksi lebih lanjut. Salah satu upaya untuk menjamin keberhasilan proses inokulasi adalah dengan menggunakan bahan perekat untuk meningkatkan daya rekat konidia pada integumen serangga (Devi dan Prasad, 1988; Widayat dan Rayati, 1993).

Keefektifan cendawan entomopatogen juga ditentukan oleh faktor lingkungan, terutama kelembaban dan temperatur serta sedikit cahaya sangat penting perannya dalam proses infeksi dan sporulasi cendawan entomopatogen. Temperatur optimum untuk perkembangan, patogenitas dan kelangsungan hidup cendawan umumnya 20 - 30 °C. Untuk perkecambahan konidia dan sporulasi pada permukaan tubuh serangga dibutuhkan kelembaban sangat tinggi (> 90 %). Tetapi sebaliknya, untuk melepaskan konidia *B. bassiana* dari konidiofor hanya dibutuhkan kelembaban sekitar 50 % (Soetopo dan Igaa, 2007).

Terjadinya infeksi pada serangga oleh cendawan ini dapat melalui empat jalan utama yaitu langsung pada bagian luar integumen, melalui saluran pencernaan, saluran pernafasan dan melalui luka (Steinhaus, 1949). Infeksi melalui integumen, dimulai setelah serangga terkontaminasi oleh konidia

cendawan. Kemudian konidia akan berkecambah dan membentuk tabung kecambah serta menghasilkan enzim proteinase, lipase, dan kitinase yang berguna untuk melunakkan integumen serangga. Setelah berhasil melakukan penetrasi ke dalam tubuh serangga, miselium cendawan akan mengikuti aliran darah dan menyebar ke seluruh bagian tubuh serangga, hifa akan memperbanyak diri dan memproduksi racun beauverisin. Racun ini dapat merusak struktur membran sel, sehingga menyebabkan dehidrasi sel yang mengakibatkan matinya serangga inang. Jika serangga inang telah mati, hifa akan menembus keluar dan membentuk spora pada permukaan tubuh bagian luar (Burgess, 1981).

Serangga yang terinfeksi cendawan ini gerakannya menjadi lamban, nafsu makan berkurang bahkan terhenti, lama kelamaan akan diam dan akhirnya mati. Tubuh serangga memucat, memendek, mengeras (mummifikasi), dan sering terdapat bercak hitam yang merupakan tempat penetrasi cendawan. Waktu yang diperlukan untuk menyebabkan kematian pada inang antara 1 sampai 2 minggu. Setelah 1 - 2 hari kematian, miselia yang berwarna putih mulai keluar dari tubuh serangga, lama-kelamaan akan berkembang dan menyelimuti seluruh permukaan tubuh serangga (Riyatno dan Santosa, 1991).

Patogen serangga dapat menurunkan tingkat konsumsi pakan serangga hama jika sudah terinfeksi (Thomas, Blanford, dan Lomer, 1997). Dan akan mengakibatkan kematian pada serangga akibat infeksi patogen serangga tersebut (Hajek, 1989; Fargues et al., 1994). Tefera (2004) melaporkan bahwa aplikasi cendawan entomopatogen *B. bassiana* terhadap larva *Chilo partellus* Swinhoe (Lepidoptera : Crambidae) mengakibatkan konsumsi pakan larva menjadi menurun setelah infeksi *B. bassiana*. Konsumsi pakan per hari dari larva instar II *C. partellus* sudah menurun 1 - 2 hari setelah perlakuan *B. bassiana*. Tingkat penurunan konsumsi tersebut erat kaitannya dengan tingkat konsentrasi konidia yang diaplikasikan. Kemudian hasil penelitian Malarvannan, Murali, Shanthakumar, Prabavathy dan Nair (2010) juga melaporkan bahwa aplikasi *B. bassiana* berpengaruh terhadap biologi hama *Spodoptera litura*, yaitu menghambat perkembangan *S. litura*. Infeksi *B. bassiana* mengakibatkan panjang

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang dari bulan September sampai Desember 2011 (Lampiran 1).

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva *C. pavonana* instar II, daun kubis sebagai pakan larva, biakan murni *B. bassiana* isolat HhTK9, medium SDAY (*Sabouraud dextrose* agar + *yeast extract*) dengan komposisi (dektrosa 40 g, peptone 10 g, ekstrak khamir 2,5 g, agar 15 g, kloramfenikol 0,5 g, dan akuadest 1 liter), alkohol 70 %, agistik 0,1 ml/l, akuades, *aluminium foil*, kapas, tisu, madu, serbuk gergaji, kertas label dan alat-alat tulis lainnya.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kotak plastik berukuran 30 x 20 x 10 cm sebagai tempat pemeliharaan larva *C. pavonana*, kurungan serangga, cawan petri, gelas piala, gelas ukur, tabung reaksi, pipet tetes, *erlenmeyer*, jarum ose, *autoclave*, *haemocytometer*, *laminar airflow*, kompor listrik, kain kasa, bunzen, gunting, kuas halus, tabung semprot, botol film, pipet, mikroskop, timbangan analitik, pinset dan alat tulis.

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 5 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan tersebut terdiri atas beberapa konsentrasi konidia *B. bassiana* yaitu :

A : Kontrol

B : $1,6 \times 10^5$ konidia/ml

C : $3,2 \times 10^5$ konidia/ml

D : $1,6 \times 10^6$ konidia/ml

E : $3,2 \times 10^6$ konidia/ml

Satuan percobaan adalah cawan petri yang berisi 15 ekor larva *C. pavonana* instar II. Penempatan masing-masing perlakuan dilakukan secara acak seperti

terlihat pada Lampiran 2. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam dan apabila berbeda nyata akan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5 %.

3.4 Pelaksanaan

3.4.1 Pengadaan Pakan Larva *C. pavonana*

Pakan larva *C. pavonana* diperoleh dengan cara menanam kubis varietas Cabbage F1 pada 20 polybag berukuran 2 kg yang diisi media tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1. Tanaman dipelihara setiap hari dengan melakukan penyiraman pada sore hari, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara mekanis. Pakan yang diberikan untuk masing-masing perlakuan didapat dengan memotong daun kubis dengan ukuran sama.

3.4.2 Pengadaan Larva *C. pavonana*

Larva *C. pavonana* diperoleh dari pertanaman kubis di Aia Angek, Kab. Tanah Datar. Larva dipelihara dalam kotak plastik berukuran 30 x 20 x 10 cm bagian atas kotak ditutup dengan kain kasa. Larva diberi pakan daun kubis segar. Pakan larva diganti setiap hari.

Ketika larva memasuki stadium pupa, larva dipindahkan ke kotak plastik yang berisi serbuk gergaji dan dibiarkan sampai imago muncul. Imago kemudian dipindahkan ke dalam kurungan serangga dan diberi beberapa helai daun kubis segar untuk meletakkan telur yang ditempatkan pada tabung film yang diisi air. Imago diberi madu yang telah diencerkan (10 %) sebagai sumber makanan. Madu tersebut diberikan dengan menggunakan kapas. Kelompok telur yang diletakkan pada daun kubis dipelihara sampai instar II dan digunakan sebagai serangga uji penelitian ini.

3.4.3 Perbanyakan dan Pembuatan Suspensi *B. bassiana*

Biakan murni *B. bassiana* diperoleh dari Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Andalas (koleksi Dr. Ir. Trizelia, MSi). Isolat yang dipakai yaitu HhTK9. Isolat ini merupakan isolat yang

virulen terhadap *C. pavonana*. Isolat diisolasi dari *Hyphotenemus hampei* yang didapatkan dari daerah Teluk Kecimbung (Sarolangun). Perbanyakkan cendawan dilakukan dengan cara memindahkan biakan murni cendawan seluas 1 cm² ke dalam cawan petri yang berisi media SDAY, dan diinkubasi selama tiga minggu. Biakan ini siap digunakan untuk perlakuan.



Gambar 1. Koloni *B. bassiana* pada media SDAY yang berumur 3 minggu.

Suspensi *B. bassiana* didapatkan dengan menambahkan 10 ml akuades steril dan 1 tetes agistik sebagai bahan perekat ke dalam masing-masing cawan petri yang berisi biakan *B. bassiana*. Kemudian konidia dipisahkan dari medium SDAY dengan menggunakan kuas halus. Untuk mendapatkan konsentrasi yang diinginkan, dilakukan penghitungan konsentrasi konidia di bawah mikroskop dengan bantuan *haemocytometer*. Untuk mendapatkan konsentrasi yang diinginkan, dilakukan pengenceran.

3.4.4 Aplikasi Cendawan pada Larva *C. pavonana*

Aplikasi cendawan terhadap larva *C. pavonana*, dilakukan dengan cara menyemprotkan suspensi sebanyak 5 ml/perlakuan pada larva sesuai dengan konsentrasi perlakuan. Untuk perlakuan A (kontrol), larva hanya disemprot dengan akuades yang ditambah dengan satu tetes agistik 0,1 ml/l. Untuk perlakuan B, larva disemprot dengan suspensi konsentrasi $1,6 \times 10^5$ konidia/ml.

Untuk perlakuan C, D, E juga dilakukan hal yang sama seperti perlakuan B sesuai dengan konsentrasi masing-masingnya.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Laju Konsumsi (*Consumption Rate = CR*) dan Penurunan Tingkat Konsumsi *C. pavonana*

Pengamatan laju konsumsi dilakukan dengan cara melakukan penimbangan pada pakan larva yang diberikan (berat basah) dan sisa pakan larva yang telah dioven pada suhu 75°C selama 2 jam. Laju konsumsi larva *C. pavonana* yang diuji dihitung dengan menggunakan rumus yang dikutip dari Waldbauer (1968), yaitu :

$$CR = \frac{F}{T}$$

Keterangan :

CR = laju konsumsi (mg/larva/hari)

F = berat kering pakan yang dimakan (selisih antara berat kering pakan yang diberikan dengan berat kering sisa pakan selama periode makan) (mg)

T = lama periode makan (hari).

Berat kering pakan yang diberikan selama periode makan didapatkan dengan cara menjumlahkan seluruh pakan larva yang diberikan selama periode makan dan dikurangi dengan berat airnya. Berat air pakan larva yang diberikan ditentukan dengan cara pengkonversian. Berat kering sisa pakan selama periode makan adalah jumlah berat kering sisa pakan setiap 24 jam selama periode makan.

Untuk menghitung penurunan tingkat konsumsi selama stadia larva ditentukan dengan menggunakan rumus yang dikutip dari Santoso (1987), yaitu :

$$PK = \frac{(KK - KP)}{KK} \times 100\%$$

Keterangan :

PK = penurunan tingkat konsumsi

KK = konsumsi larva kontrol

KP = konsumsi larva perlakuan

3.5.2 Lama Stadium Larva *C. pavonana*

Pengamatan ini dilakukan dengan menghitung waktu yang diperlukan larva dari instar II sampai terbentuk pupa.

3.5.3 Mortalitas, Bobot dan Lama Stadium Pupa *C. pavonana*

Pengamatan ini dilakukan dengan menghitung jumlah pupa yang terbentuk dari masing-masing perlakuan. Selain mortalitas pupa, pupa yang terbentuk tersebut normal atau tidak normal juga diamati. Persentase pupa yang terbentuk dihitung dengan menggunakan rumus :

$$MP = \frac{b}{P} \times 100\%$$

Keterangan :

- MP = mortalitas pupa (%)
- b* = jumlah pupa yang mati
- P* = jumlah pupa yang terbentuk

Pengamatan bobot pupa dilakukan dengan menimbang pupa yang terbentuk menggunakan timbangan analitik. Untuk pengamatan lama stadium pupa, dilakukan dengan cara menghitung waktu yang dibutuhkan dari pupa terbentuk sampai menjadi imago.

3.5.4 Persentase Imago *C. pavonana* yang Terbentuk

Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah imago yang terbentuk pada masing-masing perlakuan, kemudian lama hidup imago dan imago yang terbentuk cacat/tidak normal juga diamati. Untuk menghitung persentase imago yang terbentuk digunakan rumus :

$$I = \frac{d}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

- I* = persentase imago yang terbentuk (%)
- d* = jumlah imago yang terbentuk
- N* = jumlah larva yang diperlakukan

3.5.5 Jumlah Telur *C. pavonana*

Pengamatan ini dilakukan dengan menghitung jumlah telur yang diletakkan oleh satu ekor imago betina yang terbentuk dari larva yang diperlakukan. Untuk menghitung jumlah telur tersebut dilakukan dengan menggunakan alat bantu mikroskop.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Laju Konsumsi dan Penurunan Tingkat Konsumsi *C. pavonana*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi beberapa konsentrasi konidia *B. bassiana* berpengaruh nyata terhadap laju konsumsi larva *C. pavonana* (Lampiran 3a). Dan setelah dilakukan uji lanjut DNMRT 5 %, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. Laju konsumsi larva *C. pavonana* tertinggi terjadi pada kontrol yaitu 5,63 mg/larva/hari, hasil ini berbeda nyata dengan konsentrasi $1,6 \times 10^6$ konidia/ml dan konsentrasi $3,2 \times 10^6$ konidia/ml, tetapi berbeda tidak nyata dengan konsentrasi $1,6 \times 10^5$ konidia/ml dan konsentrasi $3,2 \times 10^5$ konidia/ml. Laju konsumsi terendah terdapat pada konsentrasi $3,2 \times 10^6$ konidia/ml yaitu 1,72 mg/larva/hari.

Tabel 1. Pengaruh aplikasi beberapa konsentrasi konidia *B. bassiana* terhadap laju konsumsi dan penurunan tingkat konsumsi larva *C. pavonana*.

Konsentrasi konidia (konidia/ml)	Laju konsumsi (mg/larva/hari)	Penurunan tingkat konsumsi (%)
Kontrol	5,63 a	00,00
$1,6 \times 10^5$	4,84 a	13,99
$3,2 \times 10^5$	4,64 a	17,60
$1,6 \times 10^6$	2,16 b	61,63
$3,2 \times 10^6$	1,72 b	69,51

KK = 17,95%

Angka pada lajur yang sama di ikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT taraf 5%

Penurunan tingkat konsumsi larva *C. pavonana* setelah aplikasi beberapa konsentrasi *B. bassiana* hasilnya juga dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi yang diaplikasikan, penurunan tingkat konsumsi larva *C. pavonana* semakin tinggi. Penurunan tingkat konsumsi tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi $3,2 \times 10^6$ konidia/ml yaitu 69,51%, dan penurunan tingkat konsumsi terendah terdapat pada konsentrasi $1,6 \times 10^5$ konidia/ml yaitu 13,99%.

Laju konsumsi larva *C. pavonana* per hari dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar 2 terlihat bahwa laju konsumsi larva

pada kontrol dari hari pertama sampai hari kelima lebih tinggi daripada laju konsumsi larva yang disemprotkan dengan *B. bassiana*. Laju konsumsi larva pada kontrol menurun pada hari ketujuh. Laju konsumsi larva yang disemprot dengan *B. bassiana* pada konsentrasi $3,2 \times 10^5$ konidia/ml mengalami kenaikan pada hari keenam dan ketujuh yaitu 47,18 (mg/larva/hari) dan 65,86 (mg/larva/hari), tetapi laju konsumsi hari-hari berikutnya menurun. Laju konsumsi larva yang disemprot dengan *B. bassiana* pada konsentrasi $1,6 \times 10^5$ konidia/ml juga mengalami kenaikan pada hari ketujuh yaitu 49,02 (mg/larva/hari). Adapun konsumsi total larva *C. pavonana* selama periode makan dari masing-masing perlakuan yaitu 157,63 mg pada kontrol, 154,94 mg pada konsentrasi $1,6 \times 10^5$ konidia/ml, 166,17 mg pada konsentrasi $3,2 \times 10^5$ konidia/ml. Konsumsi total larva *C. pavonana* pada konsentrasi $1,6 \times 10^6$ konidia/ml yaitu 86,40 mg, dan 68,66 mg pada konsentrasi $3,2 \times 10^6$ konidia/ml.



Gambar 2. Laju konsumsi larva *C. pavonana* per hari setelah aplikasi beberapa konsentrasi konidia *B. bassiana*.

4.1.2 Lama Stadium Larva *C. pavonana*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi beberapa konsentrasi konidia *B. bassiana* berpengaruh nyata terhadap lama stadium larva *C. pavonana* (Lampiran 3b). Setelah dilakukan uji lanjut DNMRT 5%, hasilnya dapat dilihat

pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa stadium larva *C. pavonana* yang paling lama terjadi pada konsentrasi $3,2 \times 10^6$ konidia/ml yaitu 13 hari, sedangkan lama stadium larva *C. pavonana* pada konsentrasi $1,6 \times 10^5$ konidia/ml yaitu 11 hari. Hal ini berarti semakin tinggi konsentrasi yang diaplikasikan, mengakibatkan stadium larva *C. pavonana* semakin lama. Lama stadium larva *C. pavonana* pada kontrol hanya 9 hari.

Tabel 2. Pengaruh aplikasi beberapa konsentrasi konidia *B. bassiana* terhadap lama stadium larva *C. pavonana*.

Konsentrasi konidia (konidia/ml)	Lama stadium larva (hari)
$3,2 \times 10^6$	13,00 a
$1,6 \times 10^6$	12,94 a
$3,2 \times 10^5$	11,84 b
$1,6 \times 10^5$	11,00 c
Kontrol	9,00 d

KK = 3,78%

Angka pada lajur yang sama di ikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT taraf 5%

4.1.3 Mortalitas, Bobot dan Lama Stadium Pupa *C. pavonana*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi beberapa konsentrasi konidia *B. bassiana* berpengaruh nyata terhadap mortalitas, bobot dan lama stadium pupa *C. pavonana* (Lampiran 3c). Setelah dilakukan uji lanjut DNMRT 5%, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Mortalitas, bobot, dan lama stadium pupa *C. pavonana* setelah aplikasi beberapa konsentrasi konidia *B. bassiana*.

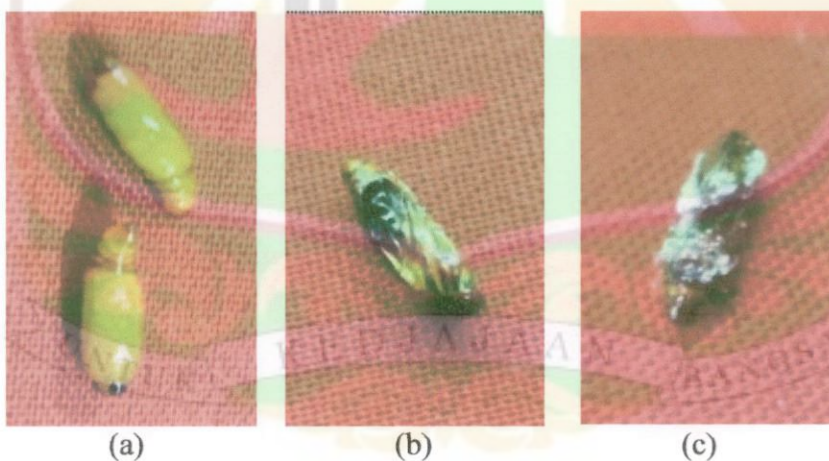
Konsentrasi konidia (konidia/ml)	Mortalitas pupa (%)	Bobot pupa (g)	Lama stadium pupa (hari)
Kontrol	2,78 a	0,0399 a	8,40 a
$3,2 \times 10^6$	25,00 a b	0,0362 b	11,00 c
$1,6 \times 10^5$	50,72 b c	0,0360 b	10,42 b
$3,2 \times 10^5$	51,67 c	0,0349 b	10,91 c
$1,6 \times 10^6$	54,17 c	0,0346 b	11,13 c

KK = 47,33% = 4,03% = 1,76%

Angka pada lajur yang sama di ikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT taraf 5%

Tabel 3 menunjukkan bahwa mortalitas pupa tertinggi terdapat pada konsentrasi $1,6 \times 10^6$ konidia/ml yaitu 54,17 %. Pupa yang terbentuk tidak semuanya normal, tetapi ada juga yang tidak normal (cacat). Perbedaan antara pupa normal dan pupa cacat, serta pupa yang ditumbuhi *B. bassiana* dapat dilihat pada Gambar 3. Aplikasi *B. bassiana* juga mengakibatkan bobot pupa yang terbentuk menjadi menurun. Bobot pupa pada kontrol yaitu 0,0399 g dan pada konsentrasi $1,6 \times 10^6$ konidia/ml yaitu 0,0346 g, hasil ini menunjukkan bahwa bobot pupa pada kontrol lebih besar dibandingkan bobot pupa yang terbentuk dari larva yang diaplikasikan dengan *B. bassiana*.

Selain menyebabkan kematian dan menurunkan bobot pupa, aplikasi konsentrasi konidia *B. bassiana* juga mengakibatkan stadium pupa menjadi lebih lama. Lama stadium pupa kontrol yaitu 8,4 hari, sedangkan lama stadium pupa pada aplikasi *B. bassiana* terdapat perbedaan. Stadium pupa yang paling panjang terdapat pada konsentrasi $1,6 \times 10^6$ konidia/ml yaitu 11,13 hari, dan terpendek terdapat pada konsentrasi $1,6 \times 10^5$ konidia/ml yaitu 10,42 hari.



Gambar 3. Pupa terbentuk setelah larva diinokulasi *B. bassiana* (a) Pupa normal, (b) Pupa cacat, (c) Pupa cacat yang ditumbuhi *B. bassiana*.

4.1.4 Persentase Imago *C. pavonana* yang Terbentuk

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi beberapa konsentrasi konidia *B. bassiana* berpengaruh nyata terhadap terhadap persentase imago *C. pavonana* yang terbentuk dan lama hidup imago (Lampiran 3d). Setelah dilakukan uji lanjut

DNMRT 5%, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4. Persentase imago *C. pavonana* yang terbentuk terendah terdapat pada konsentrasi $1,6 \times 10^6$ konidia/ml dan konsentrasi $3,2 \times 10^6$ konidia/ml yaitu 8,34%, hasil ini berbeda nyata dengan konsentrasi $1,6 \times 10^5$ konidia/ml dan kontrol, tetapi berbeda tidak nyata dengan konsentrasi $3,2 \times 10^5$ konidia/ml.

Tabel 4. Persentase imago yang terbentuk, lama hidup imago, jumlah imago cacat *C. pavonana* setelah aplikasi beberapa konsentrasi konidia *B. bassiana*.

Konsentrasi konidia (konidia/ml)	Imago terbentuk (%)	Imago cacat (%)	Lama hidup imago (hari)
Kontrol	63,33 a	0	18,39 a
$1,6 \times 10^5$	18,33 b	27	7,75 b
$3,2 \times 10^5$	15,00 b c	33,33	5,25 b c
$1,6 \times 10^6$	8,34 c	40	2,13 c
$3,2 \times 10^6$	8,34 c	40	2,00 c
KK	= 26,31%		= 31,06%

Angka pada lajur yang sama di ikuti huruf kecil yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT taraf 5%



Gambar 4. Imago terbentuk setelah larva diinokulasi *B. bassiana* (a). Imago normal, (b). Imago yang tidak normal.

Tabel 4 juga menunjukkan bahwa aplikasi *B. bassiana* terhadap *C. pavonana* mengakibatkan lama hidup imago menjadi singkat. Lama hidup imago paling singkat terdapat pada konsentrasi $3,2 \times 10^6$ konidia/ml yaitu 2 hari, hasil ini berbeda nyata dengan konsentrasi $1,6 \times 10^5$ konidia/ml dan kontrol. Berdasarkan Tabel 4 juga diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi konidia yang diaplikasikan, jumlah imago cacat yang terbentuk semakin meningkat. Imago

cacat tertinggi terdapat pada konsentrasi $3,2 \times 10^6$ konidia/ml dan $1,6 \times 10^6$ konidia/ml yaitu 40%. Imago yang muncul setelah aplikasi *B. bassiana* ada yang normal (sehat) dan ada yang tidak normal (cacat), hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.

4.1.5 Jumlah Telur *C. pavonana*

Data yang diperoleh untuk pengamatan jumlah telur yang diletakkan oleh satu ekor imago betina, tidak dapat dianalisis dengan sidik ragam karena tidak ada ulangan. Hal ini disebabkan, pada perlakuan konsentrasi $3,2 \times 10^6$ konidia/ml hanya ada satu ekor imago betina yang hidup, dan pada perlakuan konsentrasi $1,6 \times 10^6$ konidia/ml tidak ada imago betina yang hidup. Adapun hasil pengamatan jumlah telur yang diletakkan oleh satu ekor imago betina dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah telur yang diletakkan satu ekor imago betina *C. pavonana*

Konsentrasi konidia (konidia/ml)	Jumlah telur (butir)
Kontrol	191
$1,6 \times 10^5$	74
$3,2 \times 10^5$	43
$1,6 \times 10^6$	0
$3,2 \times 10^6$	22

Tabel 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *B. bassiana* yang diaplikasikan, jumlah telur yang diletakkan oleh satu ekor imago betina *C. pavonana* semakin rendah. Jumlah telur yang diletakkan oleh satu ekor imago betina yang paling sedikit terdapat pada konsentrasi $3,2 \times 10^6$ konidia/ml yaitu 22 butir.

4.2 Pembahasan

Aplikasi *B. bassiana* mengakibatkan laju konsumsi pakan larva *C. pavonana* menurun. Semakin tinggi konsentrasi konidia *B. bassiana* yang diaplikasikan, mengakibatkan laju konsumsi semakin rendah. Adapun laju konsumsi pakan larva *C. pavonana* setelah aplikasi berbagai konsentrasi konidia yaitu berkisar 1,72 - 4,84 mg/larva/hari, sedangkan pada kontrol 5,63

mg/larva/hari. Terjadinya penurunan laju konsumsi disebabkan karena terjadinya penurunan tingkat konsumsi larva *C. pavonana* setelah aplikasi konsentrasi konidia *B. bassiana*. Penurunan tingkat konsumsi tersebut disebabkan oleh zat toksin beauverisin yang dihasilkan oleh *B. bassiana* yang mengakibatkan nafsu makan berkurang. Adapun penurunan tingkat konsumsi pada perlakuan konsentrasi konidia berkisar 13,99 - 69,51%. Memasuki stadia pupa konsumsi pakan larva menurun. Hasil penelitian Tefera (2004) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi konidia *B. bassiana* mengakibatkan konsumsi pakan larva *Chilo partellus* Swinhoe semakin menurun. Penurunan tingkat konsumsi paling tinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi yang paling tinggi yaitu konsentrasi 10^8 konidia/ml. Adapun total konsumsi larva *C. partellus* selama periode makan pada masing-masing konsentrasi yang diaplikasikan yaitu $62,2 \pm 5,1$ (mg/larva/hari) pada konsentrasi 10^5 konidia/ml, $61,8 \pm 5,9$ (mg/larva/hari) pada konsentrasi 10^6 konidia/ml, $37,3 \pm 7,1$ (mg/larva/hari) pada konsentrasi 10^7 konidia/ml, dan $11,8 \pm 2,7$ (mg/larva/hari) pada perlakuan konsentrasi 10^8 konidia/ml, sedangkan total konsumsi larva *C. partellus* pada kontrol selama periode makan yaitu $81,4 \pm 5,7$ (mg/larva/hari). Cheung dan Grula (1982) melaporkan bahwa larva *Heliothis zea* Bodies (Lepidoptera: Noctuidae) yang terinfeksi *B. bassiana* mengakibatkan konsumsi pakan larva berkurang hingga menyebabkan kematian. Infeksi *B. Bassiana* juga mengakibatkan kelaparan yang disebabkan oleh terjadinya perubahan biokimia dalam hemolimfa larva yang terinfeksi. Selanjutnya, Shah dan Pell (2003) juga mengemukakan bahwa serangga yang terinfeksi *B. bassiana*, secara fisiologi akan mengalami gangguan berupa kelaparan hingga mengakibatkan kematian pada serangga berkisar 3 - 7 hari setelah infeksi.

Laju konsumsi pakan larva *C. pavonana* yang menurun berpengaruh terhadap lama stadium larva. Laju konsumsi yang menurun akibat infeksi *B. bassiana* tersebut mengakibatkan stadium larva menjadi lebih lama. Adapun lama stadium larva *C. pavonana* setelah aplikasi berbagai konsentrasi konidia berkisar 11 - 13 hari, sedangkan pada kontrol hanya 9 hari. Stadium larva menjadi lebih lama karena infeksi cendawan entomopatogen membentuk sel seperti ragi

uniseluler dengan dinding kitin (tubuh hifa), yang menyebar keseluruh tubuh serangga, dan menggunakan nutrisi yang ada dalam tubuh serangga tersebut (Shah dan Pell, 2003). Nutrisi yang digunakan oleh cendawan entomopatogen tersebut yang mengakibatkan serangga mengalami gangguan kelaparan. Hasil penelitian Malarvannan *et al.* (2010) melaporkan bahwa lama stadium larva *S. litura* setelah infeksi *B. bassiana* pada konsentrasi $2,4 \times 10^4$ konidia/ml yaitu 7,6 hari, sedangkan lama stadium larva pada konsentrasi $2,4 \times 10^5$ konidia/ml menjadi lebih lama yaitu 7,7 hari.

Jumlah larva yang terbentuk jadi pupa hidup sangat menentukan mortalitas pupa. Mortalitas pupa pada berbagai perlakuan konsentrasi konidia berkisar 25,00 - 54,17%. Tingginya mortalitas pupa pada perlakuan konsentrasi konidia disebabkan oleh banyaknya pupa yang mati akibat metabolisme pupa terganggu. Metabolisme pupa terganggu karena larva yang terinfeksi oleh *B. bassiana* kekurangan energi saat masuk stadium pupa. Sesuai dengan pendapat Richards dan Davies (1976) *cit* Gani (1990) bahwa kemampuan larva menjadi pupa tergantung pada makanan yang dikonsumsi pada saat stadium larva. Pupa yang terbentuk setelah aplikasi konsentrasi konidia *B. bassiana* ada yang normal dan ada juga yang tidak normal. Ciri-ciri pupa yang normal yaitu kulit pupa berwarna coklat kekuningan, mengkilap dan mulus, sedangkan ciri-ciri pupa yang tidak normal yaitu ukurannya kecil, warna pupa lebih gelap, mengerut dan ada juga larva yang sebagian tubuhnya saja yang tertutup kulit pupa, serta ada yang ditumbuhi *B. bassiana*.

Laju konsumsi larva *C. pavonana* yang menurun setelah infeksi *B. bassiana* mengakibatkan bobot pupa yang terbentuk menjadi rendah. Bobot pupa pada perlakuan konsentrasi konidia lebih rendah dibandingkan pada kontrol. Bobot pupa pada berbagai konsentrasi konidia yang diperlakukan berkisar 0,0346 - 0,0362 g, sedangkan pada kontrol 0,0399 g. Laju konsumsi larva *C. pavonana* yang menurun akibat aplikasi *B. bassiana* juga mengakibatkan stadium pupa menjadi lebih lama. Lama stadium pupa pada perlakuan berbagai konsentrasi konidia berkisar 10,42 - 11,13 hari, sedangkan pada kontrol 8,40 hari. Hasil penelitian Malarvannan *et al.* (2010) melaporkan bahwa bobot pupa *S. litura* yang

terbentuk setelah aplikasi *B. bassiana* lebih rendah daripada bobot pupa pada kontrol. Bobot pupa pada aplikasi konsentrasi $2,4 \times 10^4$ konidia/ml yaitu 186,3 mg, sedangkan pada kontrol 205,1 mg. Bobot pupa yang rendah dan stadium pupa yang lebih lama, disebabkan oleh konsumsi larva yang menurun akibat infeksi *B. bassiana* tersebut, sehingga kondisi ini mengakibatkan metabolisme pupa terganggu.

Kualitas pupa yang terbentuk akan berpengaruh terhadap imago yang muncul. Persentase imago yang muncul pada berbagai konsentrasi konidia yang diaplikasikan berkisar 8,34 - 18,33%, sedangkan pada kontrol 63,33%. Timonim (1939) cit Kurnia (1998) menyatakan bahwa larva yang terinfeksi pada tahap awal mempunyai peluang untuk lolos menjadi pupa tetapi pada tahap selanjutnya menimbulkan kematian. Imago yang terbentuk ada yang normal dan ada juga yang tidak normal (cacat). Imago cacat yang muncul pada aplikasi berbagai konsentrasi konidia berkisar 27 - 40%. Ciri - ciri imago tidak normal yaitu tubuhnya kecil atau kerdil, sayap tidak tumbuh sempurna, sehingga imago kesulitan untuk terbang, dan ada imago yang hanya bertahan hidup selama 1-2 hari. Aplikasi *B. bassiana* juga mengakibatkan lama hidup imago menjadi singkat. Hal ini diduga pengaruh dari toksin yang dihasilkan oleh *B. bassiana* yang dapat merusak jaringan yang ada dalam tubuh imago. Adapun lama hidup imago *C. pavonana* pada aplikasi berbagai konsentrasi konidia berkisar 2,00 - 7,75 hari, sedangkan lama hidup imago pada kontrol yaitu 18,39 hari. Hasyim dan Aswana (2003) melaporkan bahwa cendawan *B. bassiana* dapat mematikan serangga dewasa dan pra dewasa (telur, larva, pupa) hama penggerek bonggol pisang *Cosmopolites sordidus* Germar. Bila pupa hama penggerek bonggol pisang *C. sordidus* yang terinfeksi *B. bassiana* dapat hidup, serangga imagonya akan cacat dimana perkembangan sayapnya tidak sempurna. Aplikasi *B. bassiana* juga menyebabkan lama hidup imago *P. operculella* menjadi singkat (Hafez *et al.*, 1994).

Hasil pengamatan jumlah telur yang diletakkan oleh satu ekor imago betina semakin berkurang dengan meningkatnya konsentrasi *B. bassiana* yang diperlakukan. Hal ini disebabkan oleh pengaruh zat toksin beauverisin yang dapat

merusak jaringan tubuh serangga, sehingga pertumbuhan imago yang muncul tidak berjalan sempurna, dan tidak mampu hidup bertahan lama. Hafez *et al.* (1994) melaporkan bahwa infeksi *B. bassiana* terhadap hama akar umbi kentang (*P. operculella*) menyebabkan jumlah telur yang dihasilkan imago betina mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi konidia yang diperlakukan. Hasil penelitian Malarvannan *et al.* (2010) juga melaporkan bahwa aplikasi *B. bassiana* pada konsentrasi $2,4 \times 10^7$ konidia/ml menyebabkan imago betina *S. litura* tidak menghasilkan telur.



V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Konsentrasi konidia *B. bassiana* berpengaruh nyata terhadap laju konsumsi pakan dan perkembangan larva *C. pavonana*.
2. Pada konsentrasi $1,6 \times 10^6$ konidia/ml secara nyata sudah menurunkan konsumsi larva sebesar 61,63% dan menghambat perkembangan larva *C. pavonana*.



- Gani, Y. 1990. Pengaruh Beberapa Konsentrasi Insektisida Biologi *Thuricide* HP terhadap Mortalitas Larva Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F) pada Tanaman Kedele (*Glycine max* (L) Merr). [Skripsi]. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 64 hal.
- Hafez, M., Zaki, F.N., Moursy, A. dan Sabbour, M. 1994. Biological Effects of The Entomopathogenic Fungus, *Beauveria bassiana* on The Potato Tuber Moth *Phthorimaea operculella* (seller). Journal of Islamic Academy of Sciences 7:4, 211-214.
- Hajek, A.E. 1989. Food Consumption by *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) Larvae Infected with *Entomophaga maimaiga* (Zygomycetes: Entomophthorales). Environmental Entomology 18, 723-727.
- Hall, R.A. 1980. Control of Aphids by The Fungus, *Verticillium lecanii*: Effect of Spore Concentration. Entomol. Experiment. App. (27): 1-5.
- Hall, T.M. 1973. Use of Microorganisms in Biological Control. Dalam : Debach, P. (Eds). Biological Control of Insect Pest and Weeds. Chapman and Hall Ltd., London. p. 610-628.
- Hardaningsih, S. dan Prayogo, Y. 2001. Identifikasi dan Patogenisitas Jamur Entomopatogen untuk Mengendalikan Hama Pengisap Polong (*Riptortus linearis*) dan Hama Boleng (*Cylas formicarius*). Dalam : Praswanto, B., Semangun, H., Widijawati, N., Rahardjo, D., Prasetyaningsih, A. dan Amarantini, C. (Eds.). Prosiding Lokakarya Nasional Strategi Pengelolaan Sumber Daya Alam Hayati dalam Era Otonomi Daerah. Yogyakarta, 8-9 Juni 2001. Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta. Hal. 145-150.
- Haryanta, D., Susilo, A. dan Prasetyono, H. 1993. Pengaruh Dosis dan Waktu Aplikasi Cendawan *Beauveria bassiana* terhadap Efektivitas Pengendalian Bubuk Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*). Dalam : Dalam : Martono, E., Mahrub, E., Putra, N.S. dan Trisetyawati, Y. (Eds.). Prosiding Simposium Patologi Serangga I. Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Hal. 249-254.
- Hasyim, A. dan Azwana. 2003. Patogenisitas Isolat *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dalam Mengendalikan Hama Penggerek Bonggol Pisang *Cosmopolites sordidus* Germar. J. Hort. 13 (2): 120-130.
- Hatmosoewarno, S. 1979. Pemeliharaan Serangga dan Hubungan dengan Teknik Pemandulan untuk Pembrantasan. Lembaga Pendidikan Perkebunan. Yogyakarta. 92 hal.

- Indrayani, I.G.A.A. dan Gothama, A.A. 1999. Pengaruh Konsentrasi Konidia *Nomuraea rileyi* (Farlow) Sampson terhadap Mortalitas Larva *Helicoverpa arigera* (Hubner). Di dalam Prosiding Seminar Nasional. Perhimpunan Entomologi Indonesia. Bogor. Hal. 159-165.
- Jumar, 2000. Entomologi Pertanian. Cetakan Pertama. Jakarta. PT Rineka Cipta. 233 hal.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. Pest of Crop In Indonesia. Revised and Translated by P.A. Van der Laan. PT. Ichtiar Baru-van Hoeve. Jakarta. 701 hal.
- Kurnia, D. 1998. Efektifitas *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin serta Kombinasi Keduanya terhadap Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. 43 hal.
- Lacey, L.A. dan Goettel, M.S. 1995. Current Developments in Microbial Control of Insect Pests and Prospects for The Early 21st Century. *Entomophaga* (40): 3-27.
- Lezama-Gutierrez, R., Hamm, R., Molina-Ochoa, J.J., and Lopez-Edward, M. 2001. Occurrence of Entomopathogens of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in The Mexican States of Michoacan, Colima, Jalisco and Tamaulipas. *Florida Entomol.* 84 (1): 23-30.
- Malarvannan, S., Murali, P.D., Shanthakumar, S.P., Prabavathy, V.R. dan Sudha Nair. 2010. Laboratory Evaluation of The Entomopathogenic Fungi, *Beauveria bassiana* Againsts The Tobacco Caterpillar, *Spodoptera litura* Fabricius (Noctuidae: Lepidoptera). *Journal of Biopesticides* 3 (Special issue): 126-131.
- Maulidia, D.Y. 2008. Efektifitas Beberapa Konsentrasi Konidia Cendawan *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin terhadap Mortalitas Larva *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 23 hal.
- Mazet, I., Pendland, J.C. dan Boucias, D.G. 1996. Dependence of *Verticillium lecanii* (Fungi : Hypomycetes) on High Humidity for Infection and Sporulation Using *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) as Host. *Environ. Entomol.* (15): 380-382.
- Monuwoto, S. 1980. Feeding and Development of European Cornborer and Southern Armyworm Larva an U. S in Bred an Carabbean Maize Genotype. M. S. [Tesis]. University of Wisconsin. Madison. 97 hal.

- Oka, I.N. dan Bahagiawati, A.H. 1987. Konsepsi Pengendalian Terpadu Hama Menjamin Kelestarian Swasembada Pangan dan Lingkungan. Makalah Seminar Ilmiah Jubileum Perak Universitas Udayana. Denpasar, 21-25 September 1987.
- Oka, I.N. 1998. Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 255 hal.
- Othman, N. 1982. Biology of *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera; Pyralidae) and its Parasites from Cipanas Area (West Java). Bogor: Seameo Biotrop Indonesia. 52 hal.
- Palm, C.E., Dykstra, W.W., Ferguson, G., Hansberry, E., Hayes, W.Y., Hazleton, J.R.L.W., Horstall, J.C., Knipling, E.K., Leach, L.D., Lovvorn, L.R., dan Swanson, G.A. 1970. Insect Pest Management and Control. Principles of Plant and Animal Pest Control (3): 508 hal.
- Pendland, J.C, dan Boucias D.G. 1998. Phagocytosis of Lectin Opsonized Fungal Cells and Endocytosis of The Ligand by Insect *Spodoptera litura* Granular Hemocytes: an Ultrastructural and Immunocytochemical Study. CAB (*Abstract*) (6) 7: 1 p.
- Permadi, H.A. 1993. Kubis. Balai Penelitian Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 155 hal.
- Prayogo, Y. dan Tengkan, W. 2002a. Pengaruh Media Tumbuh terhadap Daya Berkecambah, Sporulasi, dan Virulensi *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin Isolat Kendalpayak pada Larva *Spodoptera litura*. Jurnal Ilmiah Sainteks IX(4): 233–241.
- Prayogo, Y. dan Tengkan, W. 2002b. Pengaruh Umur Larva *Spodoptera litura* terhadap Efektivitas *Metarhizium anisopliae* Isolat Kendalpayak. Biosfera 3(19): 70-76.
- Prayogo, Y. 2004. Keefektifan Lima Jenis Cendawan Entomopatogen terhadap Hama Pengisap Polong Kedelai *Riptortus linearis* (L.) (Hemiptera: Alydidae) dan Dampaknya terhadap Predator *Oxyopes javanus* Thorell (Araneida: Oxyopidae). [Tesis]. Departemen Hama Penyakit Tanaman, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 51 hal.
- Prayogo, Y. 2006. Upaya Mempertahankan Keefektifan Cendawan Entomopatogen untuk Mengendalikan Hama Tanaman Pangan. Jurnal Litbang Pertanian. 25(2): 47–54.
- Prijono, D. dan Hassan E. 1992. Life Cycle and Demography of *Crocidolomia binotalis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) on Broccoli in Laboratory. Indon J Trop Agric 4: 18:24.

- Purcell, M.F. dan Schrooder, W.J. 1996. Effect of Silwet L-77 and Diazinon on Three Tephritid Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) and Associated Endoparasitoids. *Journal of Economic Entomology* (89): 1566-1570.
- Rauf, A., Marse T., dan Hutagalung, N.K. 1994. Pengendalian Hama Terpadu : Kasus Sekolah Lapang di Jawa Barat. Seminar Nasional Pengembangan Keterkaitan Kelembagaan dalam Rangka Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia Agribisnis, Bogor, 20 September 1994.
- Rauf, A. 1996a. PHT Mereguk Manfaat dari Globalisasi Pasar. Disampaikan dalam Seminar dan Rapat Koordinasi Wilayah II. Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman Indonesia, Bogor. 10 hal.
- Rauf, A. 1996b. Analisis Ekosistem dalam Pengendalian Hama Terpadu. Makalah Pelatihan Peramalan Hama dan Penyakit Tanaman Padi dan Palawija Tingkat Nasional. Jatisari 2-9 Januari 1996.
- Riyatno, dan Santosa. 1991. Cendawan *B. bassiana* dan Cara Pengembangannya Guna Mengendalikan Hama Bubuk Kopi. Laporan Penelitian Direktorat Bina Perlindungan Tanaman Perkebunan. Dirjen Perkebunan Jakarta. Hal. 2-5.
- Rukmana, R. 1994. Bawang Merah, Budidaya dan Pengelolaan Pasca Panen. Yogyakarta. Kanisius. 72 hal.
- Rukmana, R. 2005. Budidaya Kubis dan Brocoli. Kanisius. Jakarta. 64 hal.
- Santoso, T. 1987. Hubungan antara Pemupukan Tanaman dan Ketahanan *Spodoptera littoralis* Boisd. (Lepidoptera : Noctuidae) terhadap *Bacillus thuringiensis* Berl. Makalah Kongres Entomologi III, Jakarta, 30 September – 2 Oktober 1987. 13 hal.
- Santoso, T. 1993. Dasar-Dasar Patologi Serangga. *Dalam* : Martono, E., Mahrub, E., Putra, N.S. dan Trisetyawati, Y. (Eds.). Simposium Patologi Serangga I. Yogyakarta, 12–13 Oktober 1993. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Hal. 1–15.
- Sastrosiswojo, S. dan Setiawati W. 1992. Biology and Control of *Crociodolomia binotalis* in Indonesia. *Dalam*: Talekar NS, (Ed). Proceedings of the Second International Workshop on Diamondback Moth and other Crucifer Pests; Tainan, 10-14 Desember 1990. Tainan: AVRDC. hal 81-90.
- Sastrosiswojo, S. Moekasan T.K., Setiawati W., Adinata A., dan Sutiadi A. 1993. Buku Panduan Teknis PHT-SDT (Pengendalian Hama Terpadu Sayuran Dataran Tinggi). Bandung: Program Nasional PHT-SDT.
- Sastrosiswojo, S. dan Setiawati W. 1993. Hama-Hama Tanaman Kubis dan Cara Pengendaliannya. *Dalam*: Permadi AH, Sastrosiswojo S, (Eds). Kubis. Lembang-Bandung: Balai Penelitian Hortikultura. Hal 39-50.

- Shah, P.A. dan Pell, J.K. 2003. Entomopathogenic Fungi as Biological Control Agenst. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 61: 413-423.
- Smede, M., Furlong, M.J., dan Asgari, W. Effects of *Heliothis verescens ascouvirus* (HvAV-3e) on a Novel Host, *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera : Crambidae). <http://www.sciencedirect.com>. [1 Juli 2010].
- Soetopo, D. dan Igaa, I., 2007. Status Teknologi dan Prospek *Beauveria bassiana* Untuk Pengendalian Serangga Hama Tanaman Perkebunan yang Ramah Lingkungan. Balai Penelitian Tanaman Tembakau Dan Serat, Malang.
- Steinhaus, E.A. 1949. Principles of Insect Pathology. McGraw-Hill Book Company. New York. Toronto and London. 757 hal.
- Sudarmadji, D. dan Suharyanto. 1997. Deteksi Keberagaman *Beauveria bassiana* Berdasarkan Pola Pita Protein dan Uji Hayati terhadap Hama (*Helopeltis antonii*). *Jurnal Mikrobiologi Tropika*. 07; 60-3.
- Sudarmo, S. 1998. Pengendalian Serangan Hama Jagung. Kanisius. Yogyakarta.
- Suharsono, dan Prayogo, Y. 2005. Pengaruh Lama Pemaparan pada Sinar Matahari terhadap Viabilitas Jamur Entomopatogen *Verticillium lecanii*. *Jurnal Habitat XVI*(2): 122-131.
- Suntoro. 1991. Uji Efikasi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. terhadap *Hypothenemus hampei* (Ferr). [Tesis]. Program Pasca Sarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 87 hal.
- Suryawan, I.B.G. dan Carner, G.R. 1993. Cendawan Patogen dari Serangga Hama pada Tanaman Palawija dan Sayuran. Hal. 288-295. *Dalam* : Martono, E., Mahrub, E., Putra, N.S. dan Trisetyawati, Y. (Eds.). *Prosiding Simposium Patologi Serangga I*. Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suyanto, A. 1994. Hama Sayuran dan Buah. Jakarta. Swadaya. 166 hal.
- Tanada, Y. dan Kaya, H.K. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press, Inc., New York.
- Tefera, T. 2004. Biological Control Potential of The Spotted Stem Borer *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Crambidae) with The Entomopathogenic Fungi *Beauveria Bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. [Dissertation]. South Africa. Faculty of Agricultural & Forestry Sciences. University of Stellenbosch. 147 hal.
- Thomas, M.B., Blanford, S. dan Lomer, C. J., 1997. Reduction of Feeding by The Variegated Grasshopper, *Zonocerus variegatus*, Following Infection by The Fungal Pathogen, *Metarhizium flavoviride*. *Biocontrol Science and Technology* 7, 327-334.

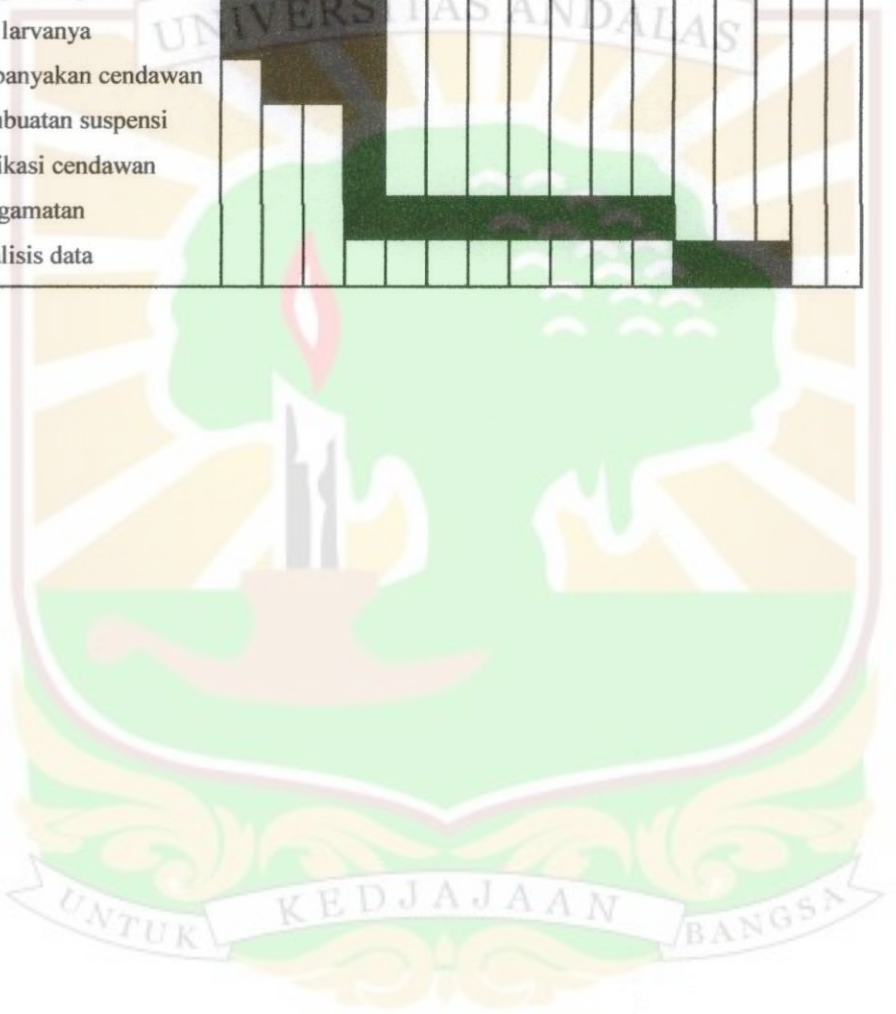
- Tohidin, A.T., Lisrianto dan Machdar, B.P. 1993. Daya Bunuh Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Moniliales: Moniliaceae) terhadap *Leptocoriza acuta* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) di Rumah Kaca. *Dalam* : E. Martono, E. Mahrub, N.S. Putra, dan Y. Trisetyawati (Eds.). Prosiding Simposium Patologi Serangga I. Yogyakarta, 12–13 Oktober 1993. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Hal. 135-143.
- Trizelia. 2005. Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* : Keragaman Genetik, Karakterisasi Fisiologi dan Virulensinya terhadap *Crocidolomia pavonana*. [Disertasi]. IPB Bogor. 125 hal.
- Untung, K. 1993. Konsep Pengendalian Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 273 hal.
- Untung, K. 1996. Pengantar Ekonomi Pengendalian Hama Terpadu. Andi offset. Yogyakarta. 92 hal.
- Untung, dan Sudomo. 1997. Pengelolaan Serangga Secara Berkelanjutan. Prosiding Kongres PEI dan Unpad. Bandung. Hal. 37-38.
- Varela, A. dan Morales, E. 1996. Characterization of Some *Beauveria bassiana* Isolates and Their Virulence Toward The Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei*. *Journal of Invertebrate Pathology*. (67): 147-152.
- Vinson, S.B. 1990. Potential Impact of Microbial Insecticides on Beneficial Arthropods in The Terrestrial Environment. *Dalam* : Laird, M., Lacey, L.A. dan Davidson, E.W. (Eds.). Safety of Microbial insecticides. CRC Press, Boca Raton. FL, USA. pp : 43-64.
- Wahyunendo, Y.D. 2002. Sporulasi Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. pada Berbagai Media Alami dan Viabilitasnya di bawah Pengaruh Suhu dan Sinar Matahari [Skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.
- Waldbauer, G.P. 1968. The Consumption and Utilization of Food by Insects. *Dalam* : Beament, J.W.L., Treherne, J.E. dan Wigglesworth, V.B. (Eds.). Advances in Insect Physiology. Academic Press, London, New York. Hal. 229–288.
- Widayat, W. dan Rayati, D.J. 1993. Pengaruh Frekuensi Penyemprotan Jamur Entomopatogenik terhadap Ulat Jengkal (*Ectropis bhurmitra*) di Perkebunan Teh. Hal. 91–103. *Dalam* : Martono, E., Mahrub, E., Putra, N.S. dan Trisetyawati, Y. (Eds.). Prosiding Simposium Patologi Serangga I. Yogyakarta, 12–13 Oktober 1993. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Wikardi, E.A. 1993. Teknik Perbanyakkan *Beauveria bassiana* dan Aplikasinya di Lapangan. *Dalam* : Martono, E., Mahrub, E., Putra, N.S. dan Trisetyawati, Y. (Eds.). Prosiding Simposium Patologi Serangga I. Yogyakarta, 12–13 Oktober 1993. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Hal. 205–214.
- Wraight S.P., Carruthers R.I., Jaronski S.T, Bradley, C.A., Garza C.J. and Galaini-Wraight S. 2000. Evaluation of The Entomopatogenic *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for Microbial Control of The Silverleaf Whitefly, *Bemisia argentifolli*. *J. Biological Control* 17: 203–217
- Yoon, C.S., Sung, G.H., Park, H.S., Lee, S.G. dan Lee, J.O. 1999. Potensial of the Entomopathogenic Fungus *Beauveria bassiana* Strain CS-1 as a Biological Control Agens of *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutelliadae). *J Applent* 123: 423–425.

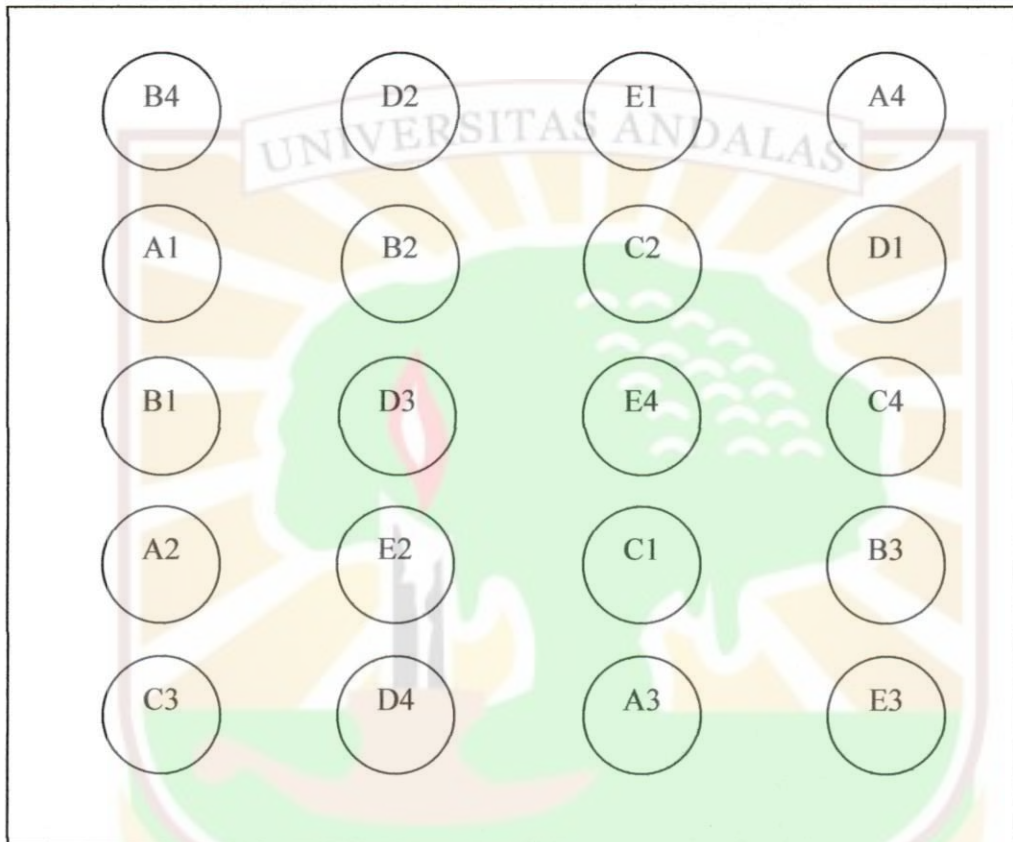


Lampiran 1. Jadwal kegiatan penelitian

No	Kegiatan	Bulan/Minggu															
		September				Oktober				Nopember				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengadaan pakan dan larvanya																
2	Perbanyak cendawan																
3	Pembuatan suspensi																
4	Aplikasi cendawan																
5	Pengamatan																
6	Analisis data																



Lampiran 2. Denah penempatan satuan percobaan penelitian di Laboratorium menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL)



Keterangan :



: Satuan Percobaan

A, B, C, D dan E : Perlakuan

1, 2, 3, dan 4 : Ulangan

Lampiran 3. Tabel analisis sidik ragam masing-masing pengamatan

3a. Laju konsumsi

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5 %
Perlakuan	4	48,6655	12,1663	26,2 ^{*b}	3,06
Sisa	15	6,9723	0,4648	n	
Total	19	55,6377			
KK	17,95%				

Ket : ^{*bn} = berbeda nyata pada taraf 5%

3b. Lama stadium larva

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5 %
Perlakuan	4	43,6608	10,9152	57,2 ^{*bn}	3,06
Sisa	15	2,8638	0,1909		
Total	19	46,5245			
KK	3,78%				

Ket : ^{*bn} = berbeda nyata pada taraf 5%

3c. Mortalitas pupa, bobot pupa dan lama stadium pupa

3c.1. Mortalitas pupa

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5 %
Perlakuan	4	8051,8	2012,96	6,61 ^{*bn}	3,06
Sisa	15	4566,4	304,43		
Total	19	12618,3			
KK	47.33%				

Ket : ^{*bn} = berbeda nyata pada taraf 5%

3c.2. Bobot pupa

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5 %
Perlakuan	4	7,128E-05	1,782E-05	8,30 ^{*bn}	3,06
Sisa	15	3,219E-05	2,146E-06		
Total	19	1,034E-04			
KK	4,03%				

Ket : ^{*bn} = berbeda nyata pada taraf 5%

3c.3. Lama stadium pupa

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5 %
Perlakuan	4	20,6170	5,15424	155* ^{bn}	3,06
Sisa	15	0,4975	0,03317		
Total	19	21,1145			
KK	1,76%				

Ket : *^{bn} = berbeda nyata pada taraf 5%

3d. Persentase imago yang terbentuk

3d.1. Persentase imago yang terbentuk

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5 %
Perlakuan	4	8568,26	2142,07	60,2* ^{bn}	3,06
Sisa	15	533,30	35,05		
Total	19	9101,56			
KK	26,31%				

Ket : *^{bn} = berbeda nyata pada taraf 5%

3d.2. Lama hidup imago

SK	db	JK	KT	F hit	F tab 5 %
Perlakuan	4	723,714	181,929	37,4* ^{bn}	3,06
Sisa	15	73,003	4,867		
Total	19	800,717			
KK	31,06%				

Ket : *^{bn} = berbeda nyata pada taraf 5%